

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

03-03147-15 (3)

(11)Publication number : 06-109841

(43)Date of publication of application : 22.04.1994

(51)Int.Cl.

G01S 17/10

G01S 17/88

(21)Application number : 04-254506

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 24.09.1992

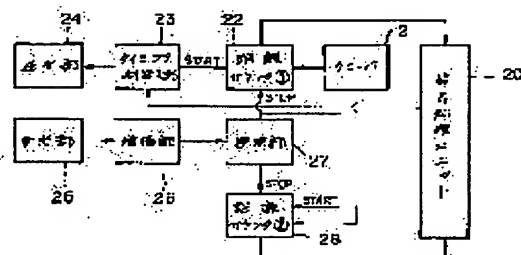
(72)Inventor : MORIOKA SATOSHI  
SASAKI HIDEYUKI  
MATSUOKA SATORU

## (54) DISTANCE DETECTION METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To accurately measure a photodetection timing by a method wherein the middle point of the pulse width of a pulse signal obtained by photoelectrically converting a beam of reflected light is used as the photodetection timing used to decide a distance up to an object.

**CONSTITUTION:** A light-transmitting system is composed of a distance counter 22, a timing control part 23 and a light-transmitting part 24, and a photodetection system is composed of a photodetection part 25, an amplification part 26, a detection part 27 and a distance counter 28. A clock part 21 generates counting pulses for the counters 22, 28. A signal processing unit 20 instructs the light-transmitting part 24 to emit light by a signal from the control part 23 and instructs the counter 22 to start a time measurement. A laser beam which has been reflected by, and returned from, a target object is received by the photodetection part 25, and it is converted into an electric signal. The electric signal is amplified by the amplification part 26, and the detection part 27 detects the rise and the fall of the amplified electric signal. The counter 22 measures the time which elapses until the laser beam is received since it has been transmitted, and the counter 28 measures the pulse width of the received pulse.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3249592

[Date of registration]

09.11.2001

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

03-03147-KS (5)'  
(11)特許出願公開番号

特開平6-109841

(43)公開日 平成6年(1994)4月22日

(51)Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 S 17/10

4240-5 J

17/88

A 4240-5 J

審査請求 未請求 請求項の数5(全 7 頁)

(21)出願番号

特願平4-254506

(22)出願日

平成4年(1992)9月24日

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 森岡 里志

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 佐々木 英行

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 松岡 悟

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

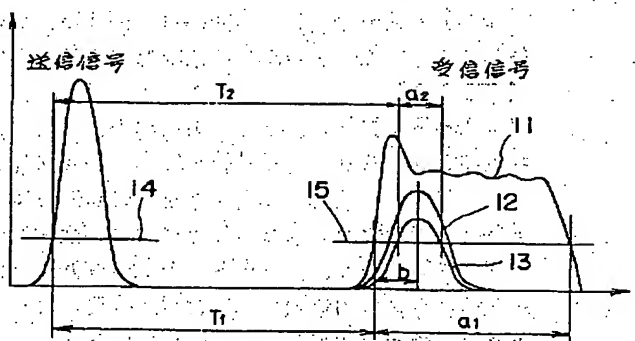
(74)代理人 弁理士 大塚 康德 (外1名)

(54)【発明の名称】 距離検出方法

(57)【要約】

【目的】 光ビームを送出し物体からの反射光を受光して、その反射光を受けるまでの時間に基づいて前記物体までの距離を求める距離検出方法において、正確な受光タイミングを簡単に測定することのできる距離検出方法を提案する。

【構成】 反射光を光電変換して得たパルス信号のパルス幅の中間点を物体までの距離を決定する上での受光タイミングとする。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ビームを送出し物体からの反射光を受光して、その反射光を受けるまでの時間に基づいて前記物体までの距離を求める距離検出方法において、前記反射光を光電変換して得たパルス信号のパルス幅の中間点を、前記物体までの距離を決定する上での受光タイミングとする距離検出方法。

【請求項2】 請求項1の距離検出方法において、前記パルス信号のパルス幅は所定の閾値レベルを越えている時間幅とすることを特徴とする距離検出方法。

【請求項3】 請求項1または2の距離検出方法において、前記パルス信号のパルス幅が所定値以上のときは、前記パルス信号の立ち上がり時点から所定時間を加算した時点を受光タイミングとすることを特徴とする距離検出方法。

【請求項4】 請求項2の距離検出方法において、前記閾値のレベルが測定時刻の経過とともに減少するように設定し、この閾値を前記パルス信号が横切った2点間の傾きに応じて受光タイミングを補正することを特徴とする距離検出方法。

【請求項5】 光ビームを送出し物体からの反射光を受光して、その反射光を受けるまでの時間に基づいて前記物体までの距離を求める距離検出方法において、前記反射光を光電変換して得たパルス信号を複数通りの閾値と比較し、最も高いレベルの閾値を前記パルス信号が越えた時点、を、前記物体までの距離を決定する上での受光タイミングとする距離検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0-0-0-1】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば、車両の前方物体までの距離等を検出する距離検出方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、距離検出方法として、例えば特開昭59-60271号のように、パルス光を前方に送出して、その反射波を受けるまでの時間に基づいて前方物体までの距離を求めることにより距離検出を行なうのが一般的である。この場合、上記時間測定は、送出パルスのピーク検出時刻から反射パルス光のピーク検出時刻までの時間を測定するようにしている。

## 【0-0-0-3】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、実際の車両においては、反射光はピークを検出するための理想的な性質をもってはいないために、次のような問題点を起こしていた。図1の1~4の領域で示すように、光ビームの強度は分布をもっており、光を反射する車両上のリフレクタが図1のどの領域の光を反射するかによって、図2に示すように反射光のパルス波形形状が変動する。

【0004】 図2において、10は送出光のパルス強度

の時間変化であり、11、12、13は夫々、図1の5、6、7の領域にリフレクタがあった場合における反射光の強度変化を示す。図2の11は、受光したパルス光の強度が強すぎて光電変換信号に飽和が発生している場合を示し、13は逆に強度が弱すぎて光電変換信号のレベルがかなり落ちていることを示す。目標物体までの距離Rは、送信から受信までの時間をT、光速をCで表すと、 $R = T \cdot C / 2$ となる。

【0005】 通常、前方物体までの距離検出は、前述したように送出パルスと受信パルスのピーク間の時間を検出するが、このピークは図2に示すように、所定のスライスレベルを信号レベルが越えたか否かにより判断される。図2の例では、スライスレベルは14、15として示される。ここで、送出パルス10の強度は一定であるために、そのピーク時刻の測定に誤差は発生しない。ところが、前述したように、受信光の強度は、車両上のリフレクタがどの領域の光を反射したかによって異なるから、図2に示すように、受光ビームの光電変換信号が11の場合と13の場合とでは、 $\alpha$ 秒の差が発生し、これが測定距離の誤差となって現われてしまう。

【0006】 また、信号が飽和しないようにするためには、光電変換器への入力を制御する必要があるものの、その制御は機械系を制御する必要があるために、高速な測定には向いていなかった。そこで、本発明は上記従来技術の欠点を解消するために提案されたもので、その目的は、正確な受光タイミングを簡単に測定することのできる距離検出方法を提案する。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を達成するため本発明は、光ビームを送出し物体からの反射光を受光して、その反射光を受けるまでの時間に基づいて前記物体までの距離を求める距離検出方法において、前記反射光を光電変換して得たパルス信号のパルス幅の中間点を、前記物体までの距離を決定する上での受光タイミングとすることを特徴とする。

【0008】 上記課題を達成するための他の構成になる本発明は、光ビームを送出し物体からの反射光を受光して、その反射光を受けるまでの時間に基づいて前記物体までの距離を求める距離検出方法において、前記反射光を光電変換して得たパルス信号を複数通りの閾値と比較し、最も高いレベルの閾値を前記パルス信号が越えた時点、を、前記物体までの距離を決定する上での受光タイミングとする。

## 【0009】

【実施例】 以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施例を3つ挙げて説明する。

〈第1実施例〉 図3は本発明の第1の実施例の距離測定の原理を示す図である。第1実施例の測定は、反射波を受光してそれを光電変換して得た受信信号が飽和しているか否かによって測定手法を異ならせるというものであ

(3)

3

る。飽和しているか否かは、受信パルスの幅  $a_1$  (スライスレベル 1.5 についてのパルス幅) が、所定値よりも大きい場合は飽和していると、小さい場合は飽和していないと判断する。そして、飽和していない場合には、その受信パルスのパルス幅  $a_2$  の中間位置にピークがあると判断する。従って、送光から受光までの時間  $T$  は、 $T = T_2 + a_2 / 2$  となる。ここで、 $T_2$  は送信してから、受信パルスのレベルがスライスレベル 1.5 を越える時刻までの時間間隔である。一方、パルス幅が大きい場合、即ち、飽和している場合には、

$$T = T_1 + b$$

となる。ここで、 $T_1$  は送信してから、受信パルスのレベルがスライスレベル 1.5 を越える時刻までの時間間隔である。図 2 の例で明らかなように、飽和しているパルスの立ち上がりは急峻であるので、 $T_2 > T_1$  である。そして、 $b$  は、飽和している信号の立ち上がりから、飽和していない信号パルスの中心位置までの距離の平均値である。このような  $b$  は前もって実験的に求めておくことができる。

【0010】このような第 1 実施例の手法によれば以下の長所が得られる。

- ①：受信信号のレベル変動によらない精度の良い計測が可能となる。
- ②：反射光の受光強度にレベル変動があっても受信信号のレベル調整等を行なう必要がないのでリアルタイムの計測が可能となる。

図 4 を用いて第 1 実施例の距離測定システムの構成を説明する。

【0011】同図において、送光系は距離カウンタ 2.2 とタイミング制御部 2.3 と送光部 2.4 とからなる。また、受光系は受光部 2.5 と増幅部 2.6 と検波部 2.7 と距離カウンタ 2.8 とからなる。クロック部 2.1 は距離カウンタ 2.2、2.8 の計数パルスを生成する。信号処理ユニット 2.0 は CPU 等を含み、タイミング制御や信号処理などを行なう。

【0012】信号処理ユニット 2.0 はタイミング制御部 2.3 に送光部 2.4 にレーザ光を発光せしめると共に距離カウンタ 2.2 に時間計測を開始せしめる。目標物体に反射して戻ってきたレーザ光は受光部 2.5 で受けられ電気信号に変換される。この電気信号は増幅部 2.6 で増幅され、検波部 2.7 がその増幅された電気信号の立ち上がり立ち下がりどを検出する。この検波は、図 3 に示したように、スライスレベルを越えた時点を検出することにより行なわれる。

【0013】検波部 2.7 は受信信号の立ち上がりを検出すると、カウンタ 2.2 を停止すると共に、カウンタ 2.8 による時間計測を開始せしめる。さらに、検波部 2.7 は、立ち下がり時刻を検出するとカウンタ 2.8 を停止させる。これらの動作により、図 5 に示すように、カウン

4

タ 2.2 は、レーザ光を送信してから反射光を受信するまでの時間 ( $T_1$ ) を計測し、カウンタ 2.8 は、受信パルスのパルス幅 ( $a_1$  や  $a_2$ ) を計測することができる。

【0014】信号処理ユニット 2.0 は、これらの  $T_1$  や  $a_1$  ( $a_2$ ) 等を取り込み、図 3 に関連して説明した手法により目標物体までの距離を検出する。

〈第 1 実施例の変形〉上記第 1 実施例では、受信信号が飽和しているか否かの判定に受光した反射光の光電変換信号のパルス幅を用いていたが、この光電変換信号の立ち上がりの傾きによっても判断することができる。傾きを測定する方法としては、図 6 に示すように、レベルの異なる 2 つの閾値 (3.0、3.1) を設定しておき、図 4 のシステムにさらに 1 つのカウタを付加し、このカウンタが、閾値 3.1 を信号が越えてから閾値 3.0 を越えるまでの時間  $T_2$  を測定し、この  $T_2$  が所定値を越えた場合 (図 6 で、 $T_2 > \text{所定値}$ ) には傾きは小さいと、越えない場合 (図 6 で、 $T_2 < \text{所定値}$ ) には傾きは大きいと判断する。

〈第 2 実施例〉前記第 1 実施例は、受信信号が飽和している場合にも対処できるというものであったが、この第 2 実施例は、受信信号の波形が極度に飽和歪状態に達していない場合に適用される。かかる場合は、受信信号のピーク位置はレベルによらずほぼ一定であることに着目し、なるべくピーク位置に近い点で受信トリガをかけることにより測定距離精度を向上させるものである。

【0015】図 7、図 8 は第 2 実施例の原理を説明する。同図において、反射光の強度により、信号のレベルが 3.3 になったり 3.4 になったりしたとする。受信信号に飽和が発生していないならば、図 7 から明らかなように、受信信号のピーク位置間で相違はすくない。従って、2 つの信号 3.3、3.4 のピーク位置は本来的には同じ時刻として観測されるべきである。しかしながら、従来では、閾値のレベルを例えば 1.1 の単独としていたために、信号 3.3、3.4 間でピーク位置のずれは  $d_1$  となっていた。そこで、信号 3.3 に対しては閾値として 1.4 を用い、信号 3.4 に対しては閾値 1.2 を用いれば、図 7 に示すように、信号 3.3 と 3.4 の夫々に対して測定されるピーク位置間のずれは小さな  $d_2$  となる。

【0016】図 9 は、第 2 実施例の測定システムのブロック図である。同図において、送光系は、送信回路 4.1 と送光部 4.3 とからなり、受光系は受光部 4.4 と増幅部 4.5 と検波部 4.6 とからなる。内部に CPU を有する信号処理ユニット 4.0 が送信回路 4.1 に対し制御信号を送ると、送信回路 4.1 は送光部 4.3 からレーザ光を発光させると共に、タイミング制御部 4.2 に対してスタート命令を送り、カウンタ 4.7 a ~ 4.7 c におけるカウンタアップを開始させる。これが、図 8 における時間  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  の計数の開始となる。

【0017】目標物体に反射して戻ってきたレーザ光は、受光部 4.4 で受けられ電気信号に変換される。この電気

(4)

5

信号は増幅部45で増幅され、検波部46がその増幅された電気信号の立ち上がりを検出する。検波部46は、カウンタ47の数と同数のコンパレータ46a~46c...を有する。コンパレータ46a、46b、46c...は $1_1$ 、 $1_2$ 、 $1_3$ ...を有し、夫々、スライスレベルを越えた受信信号を受けた時点でストップ命令を発生して対応する夫々のカウンタ47a、47b、47c...に送る。

【0018】もし、図8の信号33をシステムが受信終了したならば、カウンタ47a、47b、47c、47d（不図示）、47e（不図示）には、夫々、時間 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $\infty$ が格納されている。ここで、 $\infty$ は大きな時間幅を意味する値である。なぜなら、閾値15に対しては、コンパレータ46eからはストップ信号が発生されないからである。信号処理ユニット40は、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ のなかで、最もスライスレベルの高い閾値に対応するカウンタの出力、即ち、 $T_4$ を採用する。

【0019】もしシステムが信号34を受信するならば、カウンタ47a、47b、47c、47d（不図示）、47e（不図示）には、夫々、時間 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $\infty$ が格納され、処理ユニット40は、測定結果として、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ のなかで、最もスライスレベルの高い閾値に対応するカウンタの出力、即ち $T_2$ を採用する。

〈第2実施例の変形〉上記第2実施例は、各カウンタのカウンタアップの開始時点は同時であったが、これらのカウンタを順に開始してもよい。即ち、図8において、信号33を受信しているときに、コンパレータ46aが閾値 $1_1$ を検出したならば、カウンタ47aのカウンタの計数を停止すると同時に、カウンタ47bの計数を開始する。次に、コンパレータ46bが閾値 $1_2$ を検出したならば、カウンタ47bのカウンタの計数を停止すると同時に、カウンタ47cの計数を開始する。次に、コンパレータ46cが閾値 $1_3$ を検出したならば、カウンタ47cのカウンタの計数を停止すると同時に、カウンタ47dの計数を開始する。このようにして各カウンタに格納された時間を、 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$ ...とすると、信号33についての受信時間Tは、

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

となる。またさらに精度を上げるために、この変形例をさらに修正して、

$$T = \alpha_1 \cdot t_1 + \alpha_2 \cdot t_2 + \alpha_3 \cdot t_3 + \alpha_4 \cdot t_4$$

としてもよい。ここで、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、 $\alpha_4$ は、夫々の閾値レベルに応じた補正係数である。

〈第3実施例〉第3実施例は、受信信号（光電変換後の信号）のセンタを精度よく検出する手法の改良である。

【0020】第3実施例は、光ビームの強度は一般に距離の4乗に比例して減衰するので、閾値として、そのスライスレベルが時間とともに低下する右下がりの曲線となっているものを採用する。この第3実施例では、この

6

ような特性を有する曲線を閾値として有する測定システムに関するものである。図10はこの第3実施例の原理を説明する。同図において、52は反射光の光電変換後の信号である。この信号を検波するために用いられる閾値関数は50に示すような特性を有する。すると、信号52のピーク位置53は、閾値50が信号52と交差する2つの点 $P_1$ 、 $P_2$ を、結ぶ直線 $l$ （51）内分点 $P_c$ に近似できる。点 $P_c$ が線分 $P_1P_2$ の $m:n$ の内分点として定義できるならば、

$$P_c = (n \cdot P_1 + m \cdot P_2) / (m + n)$$

となる。

【0021】ところで、受信信号の波形は、物体までの距離に応じて変形する、即ち、そのピーク位置は変動する。換言すれば、ピーク位置 $P_c$ は物体までの距離に応じて内分比を変動させることにより修正されるべきである。物体までの距離が受信信号の波形に反映されるのであれば、それは線分 $P_1P_2$ の傾きに反映される。言い換えれば、2点を $P_1(t_1, v_1)$ 、 $P_2(t_2, v_2)$ とすれば、線分 $P_1P_2$ の傾き $k$ は、

$$k = (v_2 - v_1) / (t_2 - t_1)$$

となり、 $m$ は $k$ の関数として定義される。この第3実施例では、

$$m = 1/2 \cdot (1 - k)$$

$$n = 1 - m$$

とする。例として、

$$k = 0 \rightarrow m = 1/2, n = 1/2$$

$$k = \infty \rightarrow m = 0, n = 1$$

となる。

【0022】図11は第3実施例の測定システムのブロック図である。カウンタ70は、図10の時間 $t_1$ を、カウンタ71は時間 $t_2$ を夫々測定する。また、A/Dコンバータ73は、図9の時刻 $t_1$ 、 $t_2$ における信号強度をA/D変換してユニット60に送る。ユニット60はこれらのデータから傾き $k$ を演算する。そして、この傾き $k$ に基づいてRAM72を検索して内分比データ $m$ 、 $n$ を求める。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の距離検出方法によれば、正確な受光タイミングを簡単に決定することができる。特に、第3項の検出方法によれば、反射光が強すぎて信号が飽和した場合にも、距離測定が可能となる。

【0024】また特に、第4項の検出方法によれば、よりさらに厳密に受光タイミングを決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例及び従来の装置に用いられている光ビームの強度分布を示す図。

【図2】 従来技術の欠点を説明する図。

【図3】 本発明の第1の実施例の原理を説明する図。

(5)

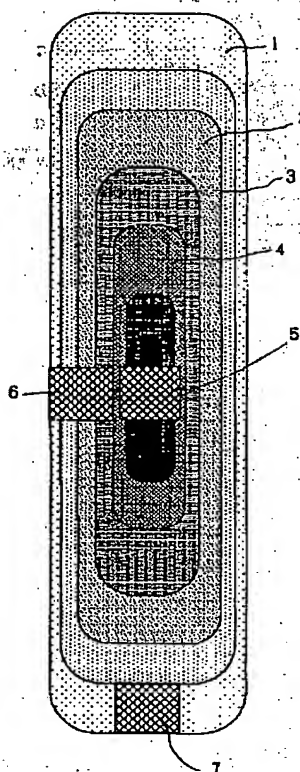
7

- 【図4】 第1の実施例の構成を説明する図。  
 【図5】 第1実施例の動作を説明する図。  
 【図6】 第1実施例の動作を説明する図。  
 【図7】 第2実施例の動作原理を説明する図。  
 【図8】 第2実施例の動作を説明する図。

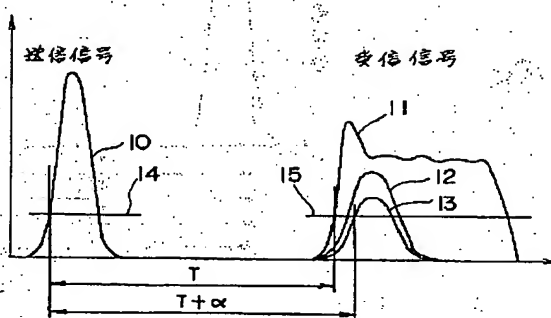
8

- 【図9】 第2実施例の構成を説明する図。  
 【図10】 本発明の第3実施例の原理を説明する図。  
 【図11】 第3実施例の構成を説明する図。

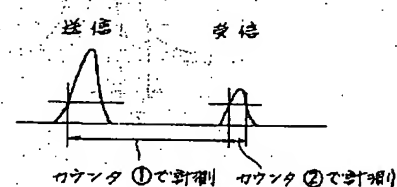
【図1】



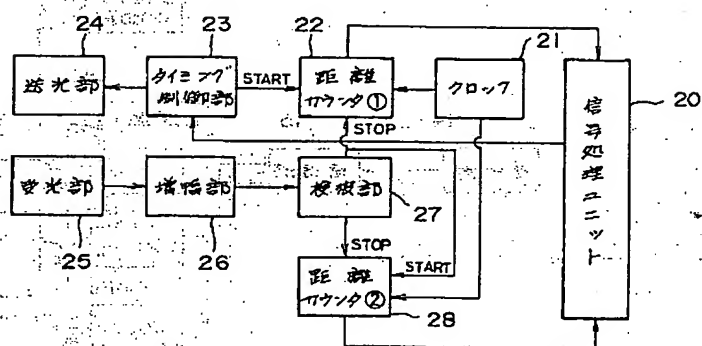
【図2】



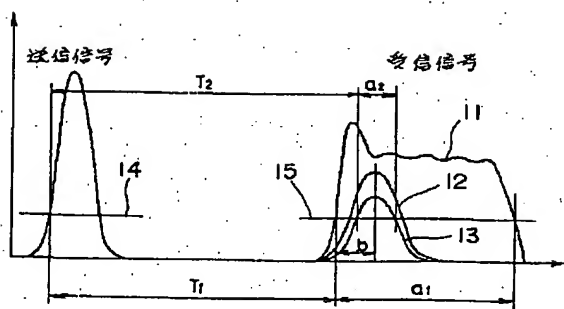
【図5】



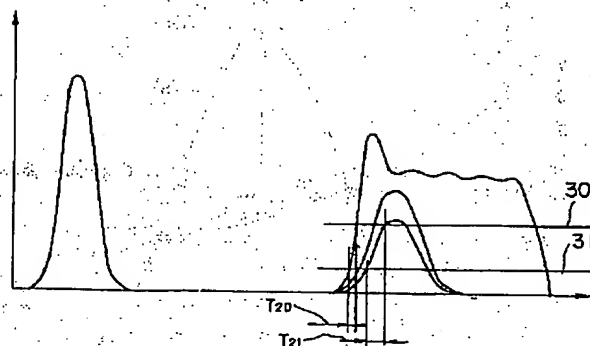
【図4】



【図3】

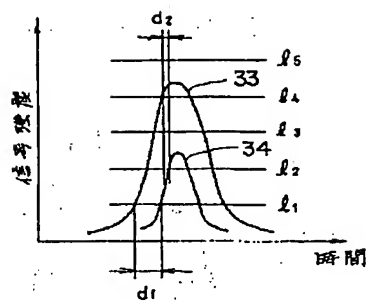


【図6】

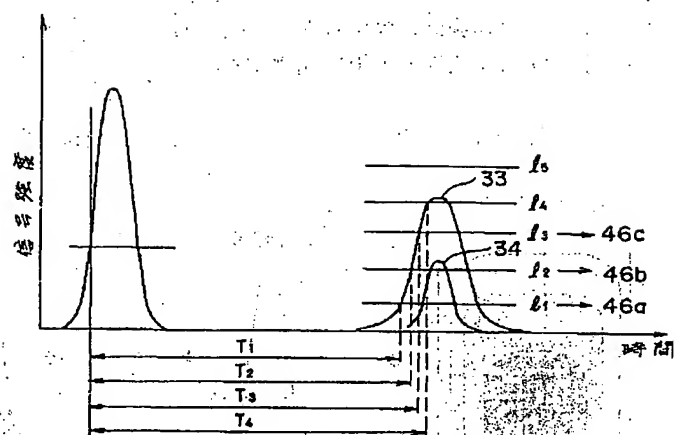


(6)

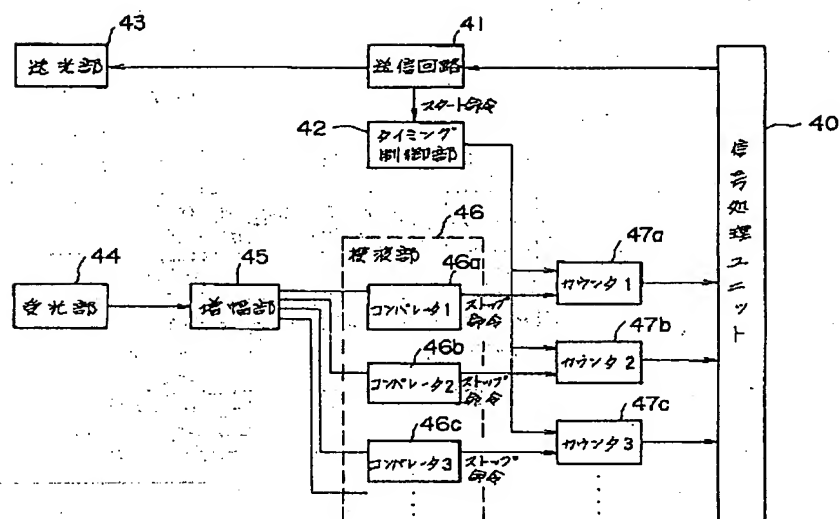
【圖 7】



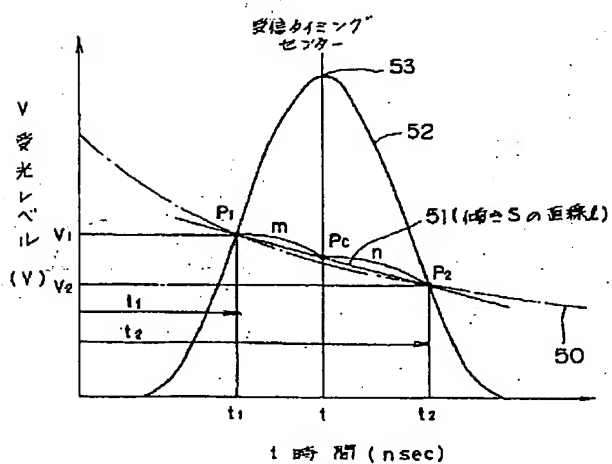
【図8】



【図9】



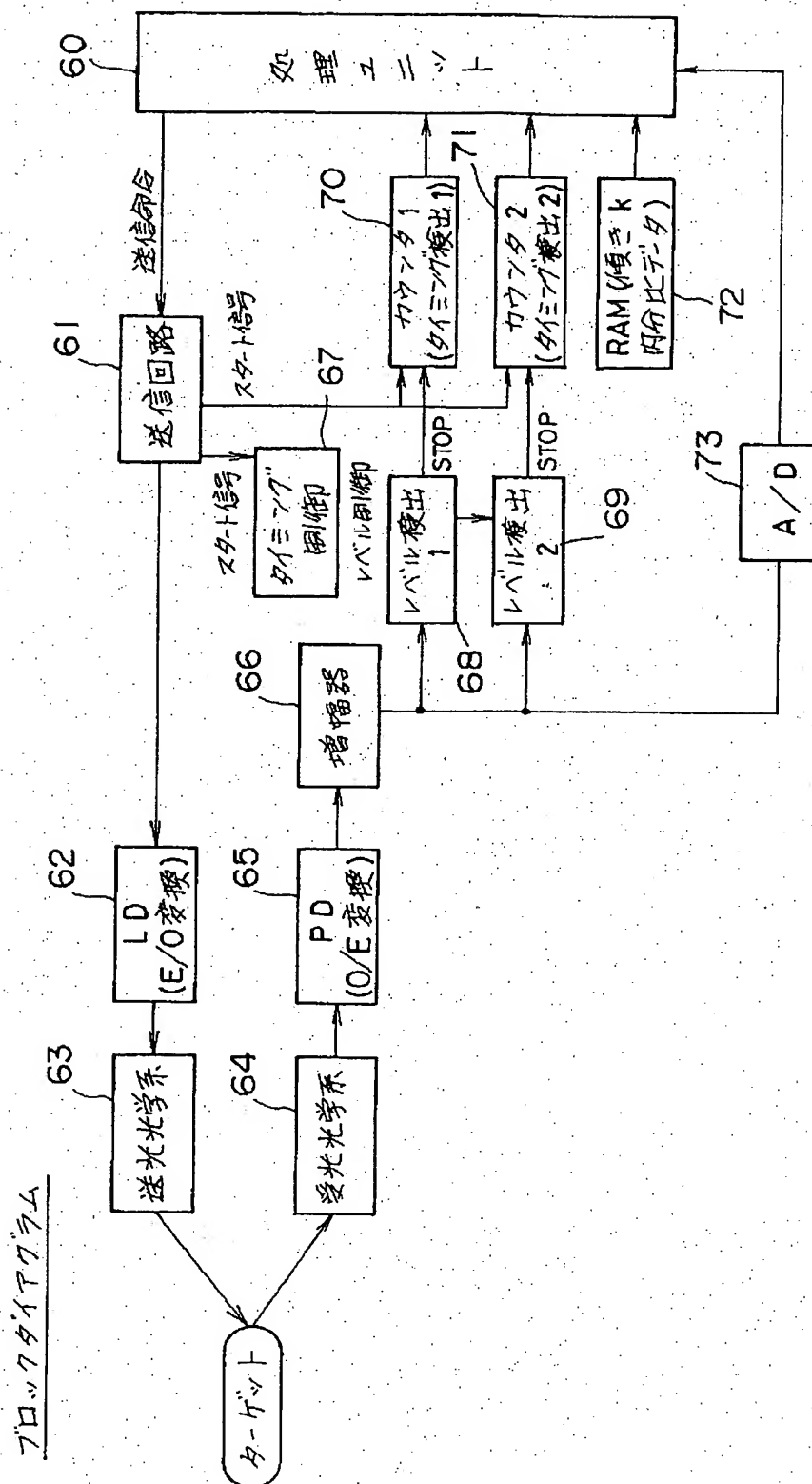
【図 10】





(7)

【図11】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**